

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU
Metsätalouden koulutusohjelma

Tutkintotyö

Pertti Nuortimo

**KITKENTÄÄN TARVITTAVA VOIMA KONEELLISESSA
VARHAISPERKAUKSESSA**

Työn ohjaaja
Työn teettäjä

Ari Vanamo
UPM Metsä

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Metsätalouden koulutusohjelma

Nuortimo, Pertti Kitkentään tarvittava voima koneellisessa varhaisperkauksessa

Tutkintotyö 26 sivua + 2 liitettä

Työn teettäjä UPM Metsä

Työn ohjaaja Ari Vanamo

Toukokuu 2008

Asiasanat taimikonhoito, metsänhoito, koneistaminen, varhaisperkaus

TIIVISTELMÄ

Tämän lopputyön tarkoituksena oli selvittää, miten suuri voima tarvitaan reikäperkauksessa tapahtuvaan vesakon poistamiseen juurineen perkauskoneen avulla. Tuloksia on tarkoitus käyttää kitkevän perkauskoneen kehitystyössä. Kone poistaa vesat noin metrin säteeltä kasvamaan jäävästä taimesta. Työn toimeksiantaja UPM Metsä on muutaman vuoden ajan testannut kyseisen perkauskoneen käyttöä, ja koneen jatkokehittämisen kannalta tarvittiin tietoa riittävästä voimasta vesakon poistoa varten.

Työssä tarvitut mittaukset suoritettiin UPM:n mailla. Kohteina olivat vuonna 2000 istutetut kuusentaimikot. Mittauksien avulla selvitettiin, miten suuri voima tarvitaan reikäperkauksen suorittamiseksi kitkemällä kuusentaimen ympärillä. Tuloksista selvisi, että nykyisten metsäkoneiden puomin nostovoima riittää kitkemiseen, kunhan kone viedään tiheämmillä kohteilla riittävän lähelle kitkemiskohtaa. Haastavimpia kohteita ovat runsaasti haapaa, rauduskoivua ja pihlajaa kasvavat kohteet, joilta yhdellä koneen nykäisyllä pitäisi saada kitkettyä yli 50 vesaa. Lisäksi vesasyntyiset pihlajaryhmät katkeavat usein juurenniskan yläpuolelta, jolloin juuri jää maahan ja kitkeminen epäonnistuu.

TAMPERE POLYTECHNIC

Department of forestry

Nuortimo, Pertti Force needed for weeding in mechanical early cleanings

Final thesis 26 pages + 2 appendices

Commissioning company UPM Forest

Thesis supervisor Ari Vanamo

May 2008

Keywords tendling of seedling stands, silviculture, mechanization, early
cleaning

ABSTRACT

The aim of this thesis was to find out the amount of force, which is needed, when coppice is removed mechanically around Norway spruce plants. The results will be used in developing of weeding machine. The machine removes coppice about 1 meter radius around the remaining spruce plant. The commissioning company of this thesis, UPM Forest, has tested the machine for few years, and this thesis was made to be a part of the evaluation progress of the weeding machine.

The measurements of this thesis were made in UPM's estates. The targets of the measurements were planted spruce stands, which were planted in year 2000. The result showed that current forest machines are enough powerful assuming that the machine is driven enough close to the weeding spot. The most challenging targets are plantations, which have lots of aspen, silver birch and rowan tree. In addition rowan tree groups, which are coppice born, are often snapped above root leaving root to the ground, and weeding fails.

SISÄLTÖ

KUVAILULEHDET

1	JOHDANTO	1
2	TAIMIKONHOITO	1
	2.1 Taimikonhoidon tavoitteet	1
	2.2 Taimikon varhaisperkaus	2
	2.2.1 Varhaisperkauksen tarkoitus	2
	2.2.2 Perkauksen ajankohta	3
	2.2.3 Reikäperkaus	4
	2.3 Taimikonhoito eri puulajeilla.....	5
3	TAIMIKONHOIDON KONEELLISTAMINEN	6
	3.1 Historia.....	6
	3.2 Koneellinen taimikonperkaus	6
	3.2.1 Leikkaava perkauskone	6
	3.2.2 Kitkevä perkauskone	7
	3.2.3 Kustannukset	8
	3.3 Koneperkauksen tulevaisuus	9
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	9
	4.1 Kohdevalinta	9
	4.2 Koealat	9
	4.3 Mittaukset	11
5	TULOKSET	12
	5.1 Mittausten luotettavuus	12
	5.2 Istutetut kuuset	13
	5.3 Muut taimet	13
	5.4 Vetovoima.....	13

6	POHDINTA	16
	6.1 Reikäperkaukseen tarvittava vetovoima	16
	6.2 Seuraukset jääville taimille	18
	6.3 Kitkevän perkauskoneen jatkokehitys.....	19

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Taimikonhoidon tarkoituksena on saada metsän tuotantopuuston kasvulle hyvät lähtökohdat. Hyvin hoidettu taimikko kasvaa tasaisesti, ja käyttää parhaimmalla mahdollisella tavalla hyödykseen tarjolla olevat kasvuolosuhteet. Taimikonhoidolla voidaan vaikuttaa tulevan metsän puulajisuhteisiin ja tiheyteen. Liian tiheässä taimikossa puiden järeyskasvu hidastuu, mikä alentaa metsästä ensiharvennusvaiheessa saatavia tuloja.

Aiemmin taimikonhoitoon kuuluva varhaisperkaus tehtiin metsurityönä raivaus-
sahalla tai vesurilla. Nyt alaa ovat alkaneet vallata koneelliset taimikonperkaus-
koneet, joiden käytöstä saadut tulokset ovat olleet rohkaisevia. Koneet toimivat
reikäperkauseriaatteella, jolloin kasvamaan jäävän taimen ympäriltä poistetaan
ylimääräinen vesakko joko katkomalla tai repimällä maasta juurineen.

Tämän lopputyön tarkoituksena oli selvittää, miten suuri voima tarvitaan reikä-
perkauksessa tapahtuvaan vesakon poistamiseen juurineen perkauskoneen avul-
la. Tuloksia on tarkoitus käyttää kitkevän perkauskoneen kehitystyössä. Kone
poistaa vesat noin metrin säteeltä kasvamaan jäävästä taimesta. Työn toimek-
siantaja UPM Metsä on muutaman vuoden ajan testannut kyseisen perkauskon-
neen käyttöä, ja koneen jatkokehittämisen kannalta tarvittiin tietoa riittävästä
voimasta vesakon poistoa varten.

2 TAIMIKONHOITO

2.1 Taimikonhoidon tavoitteet

Taimikonhoidon tavoitteena on taimikon tiheyden ja puulajisuhteiden säätely
niin, että kasvatettava puusto kehittyy kasvatustavoitteen mukaisesti. Oikeaan
aikaan tehty taimikonhoito parantaa ensiharvennuksen kannattavuutta, sillä tai-
mikonhoidon jälkeen puustolla on enemmän tilaa kasvaa ja järeytyä. Taimikon
kehitystä tulee alkuvaiheessa seurata vuosittain. Ajoissa tehdyt toimenpiteet

säästävät työtä ja kustannuksia sekä takaavat taimikon nopean kehityksen. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006).

2.2 Taimikon varhaisperkaus

2.2.1 Varhaisperkauksen tarkoitus

Varhaisperkauksen tavoitteena on poistaa kasvua haittaava puusto ja harventaa liian tiheitä kasvutuppaita. Perkaus siis turvaa nuoren taimikon kasvuedellytykset. (Metsäkeskus 2007). Perkauksella suojataan arvokkaimpia havu- ja lehtipuita muilta haitallisilta lehtipuilta, joita ovat lähinnä kanto- ja juurivesoista syntyneet nopeasti kasvavat ja herkästi lahoavat lehtipuut. Taimikon kehitystä haittaamaton lehtipuusto voidaan jättää kasvamaan. (Farmit 2007). Istutetut kuuset jäävät samaan aikaan syntyneistä koivuista jälkeen pituuskehityksessä enimmillään noin 2 metriä, mutta varhaisperkauksen jälkeen kuuset saavuttavat koivujen pituuskehityksen noin 25 vuoden iässä (Harstela 2003).

Varhaisperkaus tehdään kuivahkolla ja kuivalla kankaalla taimien ollessa noin metrin pituisia, jolloin lehtipuuston vesat eivät enää pääse etukasvuiksi. Viljavimmilla kasvupaikoilla liian aikaista ja voimakasta perkausta pitää välttää, sillä vesat uusiutuvat helposti. Jos vesoittuminen on lievää, hoitoa voidaan viivästyttää 2–3 metrin pituuteen. Pohjois-Suomessa kuivahkoilla ja sitä karummilla kankailla varhaishoitoa ei välttämättä tarvita ennen varsinaista taimikonhoitoa. Voimakkaasti vesoittuvissa taimikoissa vesojen kannot voidaan käsitellä torjunta-aineella, joka ehkäisee uudelleen vesoittumista. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006).

Varhaisperkaus tehdään vain tarvittaessa ja vain tarpeellisilla kuvion osilla. Arvokkaita elinympäristöjä lähiympäristöineen ei käsitellä. Purojen ja vesistöjen varret jätetään käsittelemättä muutaman metrin matkalta. Myös säästöpuuryhmiin ja järeiden maapuiden ympärillä oleva alikasvos ja pensaskerros säästetään.

Katajat ja jalot lehtipuut säästetään perkauksessa, ja yksittäisiä pihlajia, raitoja sekä haapoja ja leppiä jätetään kasvamaan. (Schildt 2007).

2.2.2 Perkauksen ajankohta

Taimikon perkauksen oikea ajankohta on viimeistään silloin, kun taimikko on kasvanut heinikkoa pidemmäksi ja lehtipuuvesakko alkaa tukahduttaa taimien kasvua (Metsäkeskus 2007). Taimikko on tällöin n. 1-2 metrin mittaista (Itä-Suomen Metsätoimistot 2006). Perkauskustannukset ovat sitä pienemmät, mitä aikaisemmassa vaiheessa perkaus tehdään. Toisaalta perkausta ei pidä tehdä liian aikaisin, koska muutoin lehtipuusto nousee uudelleen haittaamaan valtapuuston kehitystä. (Harstela 2003).

Kuusen varhaisperkaus tehdään, kun kuuset ovat noin 1 metrin pituisia ja lehtipuut ovat kuusta pidempiä. Perkauksella vapautetaan 1800 – 2000 kuusta hehtaarilla 1 metrin säteellä reikäperkauksena jäävästä taimesta. Mäntyjä voidaan jättää 100 – 300 kpl hehtaarille, jos kuusia ei ole riittävästi. Lisäksi perkauksessa poistetaan ylipitkät vesasyntyiset lehtipuut. (Schildt 2007). Ruotsalaisten kanto-vesojen tutkimusmallin mukaan koivu ei ehdi saavuttaa kuusen etumatkaa tuoreen kankaan kasvupaikoilla, jos kuusen valtapituus perkaushetkellä on 1,5 – 2,0 metriä. (Harstela 2003). Rehevillä kasvupaikoilla myös heinät ja vatukko voivat tukahduttaa kuusen taimia. Istutus mättääseen parantaa kuusen kilpailukykyä heinikkoa vastaan. Osa hyvälaatuisista rauduskoivuverhokuista kannattaa kasvat-
taa tukkipuiksi kuusen taimikoissa, mikäli ne eivät merkittävästi haittaa kuusen kehittymistä. Kuusen ja lehtipuiden tulee tällöin olla eri latvuserroksissa. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006).

Mäntytaimikot varhaisperataan, kun lehtipuut uhkaavat mäntyjen kehitystä. Taimet ovat tuolloin noin 1 – 1,5 metrin korkuisia. Lehtipuita ja kuusia jätetään vain aukkopaikkoihin, ja huonolaatuiset männyt poistetaan. (Schildt 2007). Tavoitteena on, että taimikkoon jää varhaisperkauksen jälkeen mäntyä ja lehtipuuta yhteensä 4 000–5 000 tainta hehtaarille. Haavan vesat suositellaan poistettaviksi

kokonaan männiköstä versoruostetaudin torjumiseksi. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2007).

Rauduskoivutaimikko ei yleensä tarvitse varhaisperkausta, sillä havusekapuuston tuleminen on jopa toivottavaa. Muusta lehtipuustosta vain lepän perkaaminen saattaa olla tarpeellista ja silloinkin riittää kasvatettavaa puulajia pidempien latvojen taittelu. Luontaisesti uudistettaessa koivutaimikko syntyy usein hyvin tiheänä, jolloin varhaisperkaus voi olla tarpeen. Perkaus tehdään taimien ollessa 1–2 metrin mittaisia ja taimikko perataan 1600–2000 r/ha tiheyteen. (Koivusalo 2007).

2.2.3 Reikäperkaus

Reikäperkauksella kasvatuskelpoiset havupuuntaimet vapautetaan noin metrin säteeltä alueelle syntyneistä lehtipuun vesoista. Lisäksi kaikki etukasvuiset vesasyntyiset lehtipuut poistetaan koko taimikosta. Jos muokkaus ja metsänviljely ovat onnistuneet hyvin, varhaisperkauksen jälkeen jää kasvamaan noin 1 800–2 000 kuusentainta sekä noin 3 000–5 000 siemensyntyistä koivuntainta. Nämä koivuntaimet sijaitsevat perkausreikien väliin jäävillä muokkaamattomilla alueilla. Reikäperkauksen jälkeen käsittelemätöntä aluetta jää noin 40 % taimikon pinta-alasta. Reikäperkaus kannattaa tehdä, kun istutuksesta on kulunut 4–7 kasvukautta. Tällöin havupuuntaimien pituus on 1–1,5 metriä. (Väisänen 2007).

Reikäperkauksen tavoitteena on edistää kasvatettavien taimien laatua sekä säästää työtä poistamalla vain pahimmat kilpailijat. Taimikko perataan ja harvennetaan tavoitetiheyteen myöhemmin. Reikäperkaus on parhaimmillaan silloin, kun hyväkuntoisten havupuuntaimien viereltä tarvitsee poistaa vain muutamia pahimpia kilpailijoita. (Hynynen ym. 2005).

2.3 Taimikonhoito eri puulajeilla

Taimikonhoidossa poistetaan ensisijaisesti vahingoittuneet ja huonolaatuiset puut sekä liian tiheässä olevat puut. Jäävä puusto pyritään harventamaan tilajärjestykseltään tasaiseksi. Karummilla kasvupaikoilla kannattaa jättää aukkopaikeihin muita lehtipuita kuin haapoja korkeintaan 10 prosenttia runkoluvusta. Etukasvuisia, taimikon kehitystä haittaavia koivuja ei kuitenkaan kannata jättää täydennykseksi. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006).

Etelä- ja Väli-Suomessa mäntytaimikon hoito suositellaan tehtäväksi 5–7 metrin valtapituudessa. Männyn kylvötuppaat harvennetaan jo 2–3 metrin pituudessa. Perus- ja intensiivisessä kasvatustavassa taimikko harvennetaan tiheyteen 1 800–2 000 puuta hehtaarilla, laatukasvatuksessa tiheyteen 2 500–2 000 puuta hehtaarilla. Jos laatukasvatukseen yhdistetään energiapuun tuottaminen, taimikko kannattaa hoitaa jo 3–5 metrin pituisena, jolloin kasvamaan jätetään noin 4 000 runkoa hehtaarille. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006).

Kuusella taimikonhoito kannattaa kustannussyistä ajoittaa 3–4 metrin valtapituuteen. Kuusivaltainen taimikko hoidetaan tiheyteen 1 600–1 800 runkoa hehtaarilla.. Aukkopaikeihin jätetään siemensyntyisiä, hyvälaatuisia rauduskoivuja korkeintaan 180 kpl/ ha. Se ei vielä alenna metsikön tuottoa, mutta lisää luonnon monimuotoisuutta ja tuo vaihtelua maisemaan. Jos rauduskoivut ovat kuusen-taimikossa jo selkeästi ylispuita, metsä voidaan kasvattaa kaksijaksoisena. Tällöin ylispuukoivikon tiheyttä säädellään harvennuksin niin, että alikasvoskuusikon elinvoimaisuus säilyy. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006).

Rauduskoivikon taimikonhoito suositellaan tehtäväksi 4–7 metrin valtapituudessa tiheyteen 1600 runkoa hehtaarilla. Koivikko kasvatetaan taimikkovaiheessa suhteellisen tiheänä. Koivikkoa ei pidä päästää kuitenkaan riukuuntumaan liiaksi ennen ensiharvennusta, koska tällöin kasvu tyrehtyy ja lumi voi taittaa koivuja. Ensiharvennukseen mennessä tyvitukkiosan oksat ovat kuolleet ja osa niistä on karsiutunut pois. Hieskoivun kasvatuksessa joudutaan tavallisesti tyytymään pääosin kuitupuuhun hieskoivun hitaamman kasvun ja laatuviikojen takia. Hies-

koivutaimikko kasvatetaan tiheydessä 2 000–2 500 runkoa hehtaarilla. (Hyvän metsänhoidon suositukset 2006).

3 TAIMIKONHOIDON KONEELLISTAMINEN

3.1 Historia

Ruotsissa kehitettiin 1980-luvun puolivälissä ensimmäiset perkauskoneet tieluiskien raivaukseen tarkoitettujen raivaimien pohjalta. Kuormaimen kouran tilalle asennetut pyörivät leikkurit toimivat teknisesti hyvin, ja erilaisten teknisten ratkaisujen lisäksi tutkittiin ja kokeiltiin mm. konetyön ja raivaussahatyön yhdistämistä. Tuottavuus ei kuitenkaan lopulta ollut kustannuksiin nähden riittävä ja kokeilut hiipuivat 1990-luvun lopulla. (Kaila 2005).

Vuosina 2002–2004 Suomessa herättiin tutkimaan perkauskoneiden tehokkuutta. Tarkasteltavana oli Pentin Paja Oy:n ja Kari Kurun yhteistyönä kehittämä perkauskone. Tutkimuksissa selvisi, että lehdeettömänä aikana voidaan päästä raivaussahatyön kustannuksen tasolle tai jopa sen alle. Koneperkauksessa järkeviä kohteita ovat 4-5-vuotiaat kuusen taimikot, joissa poistettavaa vesakkoa on riittävästi. Paras vuodenaika perkaukseen on kevät, jolloin taimet näkyvät hyvin. Kesällä haittana on taimien huono näkyminen ja vesojen tarttuminen perkauskoneeseen. (Kaila 2004).

3.2 Koneellinen taimikonperkaus

3.2.1 Leikkaava perkauskone

Leikkaava reikäperkauslaite kehitettiin Suomessa vuosina 2002–2003 (Kuru 2008). Perinteisestä koneperkauksesta poiketen leikkuuterää ei liikutella kasvatettavan taimen ympärillä, vaan keskeltä avoin kehikko lasketaan suoraan taimen päälle, ja ympärillä olevat terät katkaisevat kerralla vesat noin metrin säteeltä.

Laitteen rakentaja on ilomantsilainen Pentin Paja Oy ja laitteen on ideoinut UPM Metsän Kari Kuru. Terälaitteen kehikon halkaisija on 215 cm ja taimen aukon halkaisija 60 cm. Lamellien väliin joutuvat vesat katkaistaan kahden hydraulisylinterin käyttämällä moniteräisellä giljotiinilla. (Kaila 2005). Laitteeseen on mm. suunniteltu liitettäväksi kameraa, jotta laitteen sijoittelu helpottuisi. (Jouhiainen & Tantt 2005).

Miestyönä varhaisperkaus maksaa noin 250 euroa hehtaarille. Lehdettömään aikaan leikkaavalla laitteella on päästy parhaimmillaan samaan kustannustasoon. (Farmit 2005).

3.2.2 Kitkevä perkauskone

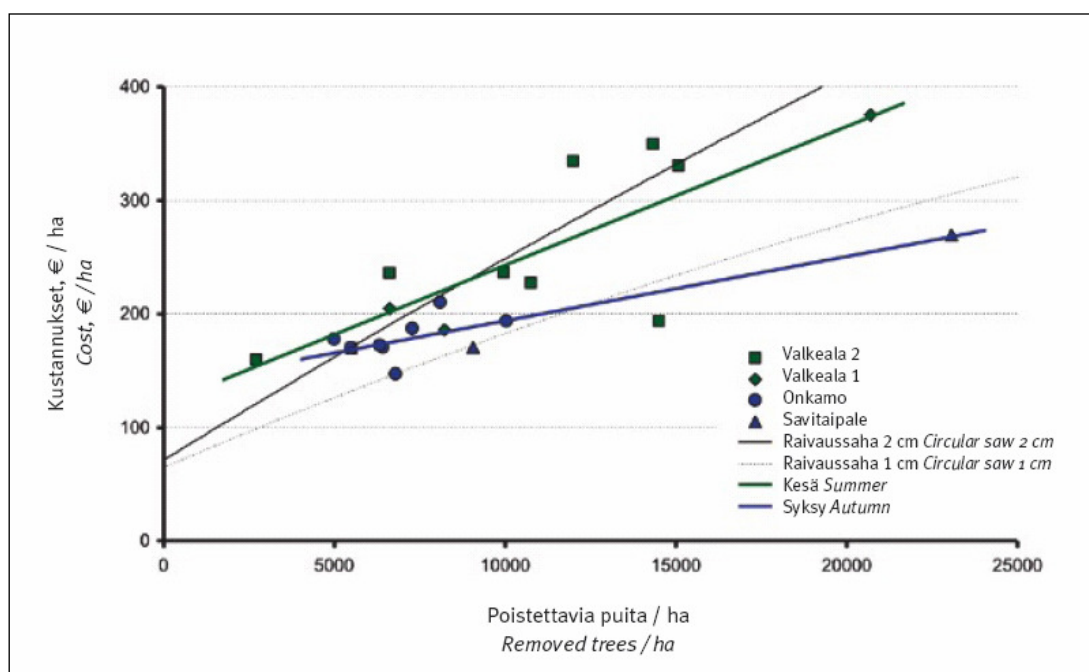
Kitkevän koneen toiminta perustuu siihen, että kone puristaa kasvatettavaa tainta ympäröivän vesakon otteeseensa ja nostaa sen juurineen ylös. Näin kantovesoittumista ei tapahdu, joka on selkeä etu verrattaessa kitkevää konetta leikkaavaan koneeseen, jolla vesoittumista tapahtuu leikkaamisajankohdasta riippumatta. Laitetta ovat kehittäneet yhteistyössä pohjoiskarjalainen Pentin Paja Oy, Joensuun yliopiston Mekrijärven tutkimusasema ja koko koneellisen reikäperkausidean isä, laatupäällikkö Kari Kuru UPM Metsältä. Laitteen ensimmäiset testit tehtiin syksyllä 2004. (Farmit 2005). Perkauslaite kiinnitetään hakkuukoneeseen hakkuukouran tilalle.

Koneellinen reikäperkaus on lehdettömään aikaan n. 20 % nopeampaa lehdelliseen aikaan verrattuna. Koneellinen perkaus on syytä tehdä viimeistään 4-5 vuotta istutuksesta, jotta tällöin noin metriset taimet taipuvat ja palautuvat takaisin koneen mentyä yli. Kitkevä koneperkaus sopii parhaiten kuusen mätästysaloille, joilla vesakkoa ei nouse yleensä aivan istutustaimien viereen. (Farmit 2005).

3.2.3 Kustannukset

Leikkaavan perkauskoneen kustannuksia raivaustyöhön verrattuna on esitetty kuvassa 1. Vertailun pohjana olleilla koeruuduilla poistettujen puiden kantoläpimitta oli kesän koeruuduilla keskimäärin 1,3 ja syksyn 1,1 cm. Laskelmassa koneen käyttötuntikustannukset ovat 59 €, käyttöaste 85 %, raivaussahatyön kustannukset 191,80 €/päivä. (Kaila 2005).

Leikkaavan perkauskoneen kustannukset ovat lähes saman suuruiset kuin raivaussahatyön. Kesäkohteilla raivaussahatyö oli koneellista perkausta halvempaa, jos poistettavien puiden määrä oli alle 8500/ ha. Syyskohteilla raivaussahatyö oli kannattavampaa, jos poistettavia puita oli alle 11500/ ha. Myös vuodenajan vaikutus näkyy kuvasta 1 selvästi, sillä koneellisen perkauksen kesäkohteiden hehtaarikustannukset olivat jopa 200 euroa suuremmat kuin syyskohteiden. Poistettavien puiden määrä vaikutti kustannuksiin yllättävänkin vähän. Poistettavien puiden määrän lisääntyessä 5000 puulla/ ha, nousivat kustannukset keskimäärin syyskohteilla 30€/ ha ja kesäkohteilla 100€/.



Kuva 1. Leikkaavan perkauskoneen kustannukset raivaustyöhön verrattuna (Kaila 2005).

3.3 Koneperkauksen tulevaisuus

Taimikon perkauksen koneellistamisen tavoitteena on korvata jo yli 10 vuoden ajan vallinnutta metsuriresurssivajetta. Lisäksi koneellisesta perkauksesta haetaan apua metsäkoneiden ja kuljettajien ympärivuotiseksi työllistämiseksi ja talvikauden ylimääräisten hakkuukoneiden kesäajan työllistämiseen. Lisäksi koneellistamisella pyritään saavuttamaan työlle parempi laatu, tuottavuuden parantuminen ja kustannusten aleneminen.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Kohdevalinta

Tämän lopputyön tarkoituksena oli selvittää, miten suuri voima tarvitaan reikäperkauksessa tapahtuvaan vesakon poistamiseen juurineen perkauskoneen avulla. Koealat valittiin arpomalla UPM Metsän Joensuun ja Lappeenrannan piirien alueelta. Arvonnassa olivat mukana UPM-Kymmene Oyj:n omistamien metsätilojen vuonna 2000 laikkumätästetyille kivennäismaille istutetut kuusentaimit, joita on yhteensä 61,3 hehtaaria 17 eri kohteella.

4.2 Koealat

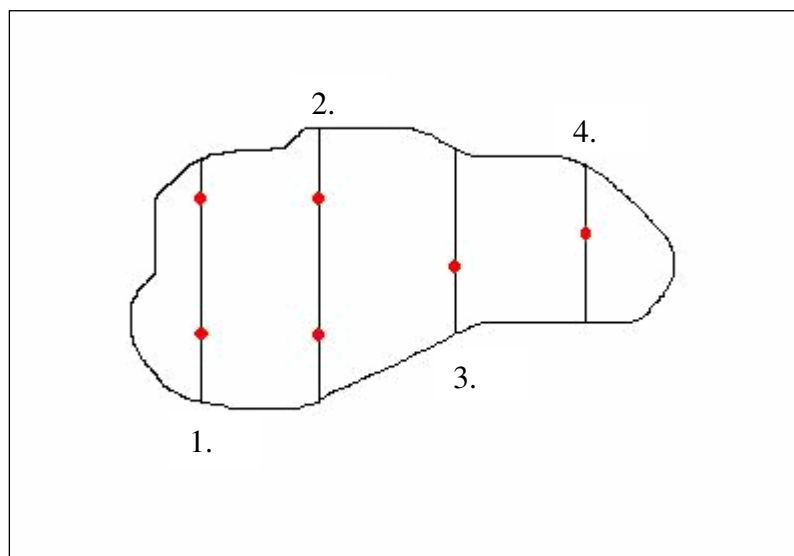
Joensuun piirin alueella mitattiin kolmelta eri kuviolta yhteensä 16 koealaa, ja Lappeenrannan piirin alueella yhdeltä kuviolta 7 koealaa (taulukko 1). Koealat olivat kaikki vuonna 2000 laikkumätästetyille kivennäismaalle istutettuja kuusentaimita (liite 1). Taimikot siis olivat mitattaessa 5 vuotta vanhoja. Kaikkien koealojen metsätyyppi oli MT (tuore kangas). Koealoina toimivat 3,99 metrin säteiset ympyrät (kuva 2).

Taulukko 1. Koealojen määrä piireittäin.

Piiri	Kuvion nro	Pinta- ala	Koealat kpl
Joensuu	38.2	4,2	2
	41	1,6	7
	43	1,7	7
Lappeenranta	140	3,1	7
Yhteensä		10,6	23

**Kuva 2.** Koeala, jossa jäävät kuusentaimet merkitty keltaisella nauhalla.

Koealojen sijoittelu toteutettiin linjoittaisella ympyräkoelamenetelmällä. Menetelmässä tutkittavana olevalle kuviolle suunnitellaan systemaattinen linjasto, joilla koealat sijaitsevat tasaisin välein. Ensimmäinen linja sijoitetaan 1/2 linjavälin etäisyydelle alueen reunasta, ja jokaisen linjan ensimmäinen koeala 1/2 koealavälin päähän linjan alkupisteestä. (Korpela 1996). Kuvassa 3 on esimerkki linjoittaisen ympyräkoelamenetelmän toteutuksesta. Punaiset pallot ovat koealoja, ja numerot kertovat, missä järjestyksessä ja mistä suunnasta linjoilla olevien koealojen mittaus toteutetaan.



Kuva 3. Esimerkki koealojen sijoittelusta.

4.3 Mittaukset

Jokaiselta ympyräkoealalta etsittiin kaikki kuusentaimet. Näiden kuusentaimien ympäriltä mitattiin 1,3 metrin säteen alueelta löytyneet vesat. 1,3 metrin sädettä pidettiin riittävänä, koska reikäperkauksessa kasvamaan jäävän taimen ympäriltä poistetaan vesat noin 1 metrin etäisyydeltä. Kuusentaimista mitattiin pituus. Kuusentaimista enintään 1,3 metrin etäisyydellä olleista vesoista mitattiin pituus, läpimitta, etäisyys kasvamaan jäävästä kuusentaimesta sekä vesan irrottamiseen tarvittava voima (kuva 4). Lisäksi vesoista kirjattiin ylös puulaji, oliko kyseessä siemen- vai vesasyntyinen vesa ja kasvoiko vesa kivennäismaalla vai mättäessä. Lopuksi laskettiin koealalle jääneet vesat sekä poistetut vesat. Tulokset kirjattiin ensin paperille ja siirrettiin myöhemmin Excel-tiedostoon käsittelyä varten.



Kuva 4. Vesan kitkemiseen tarvittavan vetovoiman mittaus.

5 TULOKSET

5.1 Mittausten luotettavuus

Mittaustulokset saatiin 1188 vesan poistamisesta. Määrä on riittävä luotettavan tuloksen saamiseksi. Jokainen mittaus toteutettiin samalla tavalla. Koska kyseessä on käsin tehdyt mittaukset, voi tuloksissa olla hieman virhettä. Etenkin poistettavien puiden ja kuusentaimien pituudessa saattaa olla virhettä ± 2 cm mittausalustan epätasaisuudesta johtuen. Myös poistettavan puun etäisyydessä jäävästä kuusentaimesta saattaa olla virhettä, sillä etäisyysmittauksessa mittanauhaa ei aina saatu täysin suoraksi välissä olleen kasvillisuuden takia.

Mittauksissa huomattiin, että vesasyntyiset, varsinkin pihlajaryhmät eivät irtoa juurineen. Nämä vesat saattavat katketa juurenniskasta, mutta juuri jää paikalleen. Mittaustulokset eivät siis näiltä osin vastaa todellisuutta, sillä tarkoituksenahan olisi saada poistettava puu juurineen irti maasta. Poistettavien puiden kuori irtosi todella herkästi vedon yhteydessä. Poistettavien puiden runkoon täytyi usein tehdä puukolla lovi, jotta vetonarun sai riittävän tiukalle vetoa varten. Tämäkin osaltaan vaikutti tarvittavan voiman mittaustarkkuuteen.

5.2 Istutetut kuuset

Kuusentaimet olivat mittaushetkellä viiden vuoden ikäisiä. Kuusentaimia oli koealoilla yhteensä 176 kappaletta. Jokaisella koealalla oli keskimäärin 7,7 kuusentainta vaihteluvälin ollessa 1- 11 tainta/ koeala. Kuusentaimien keskipituus oli 83 cm. Lyhyin taimi oli 27 cm ja pisin 158 cm.

5.3 Muut taimet

Istutettujen kuusentaimien lisäksi koealoilla yhteensä 1188 tainta. Taimia oli yhdellä koealalla keskimäärin 51,7 vaihteluvälin ollessa 9 – 121 vesaa/ koeala. Muista taimista oli hieskoivuja 627, rauduskoivuja 174, pajuja 113, mäntyjä 109, haapoja 95, pihlajia 44 ja kuusia 26.

Taulukko 2. Puulajijakauma ja mittauksien keskiarvot.

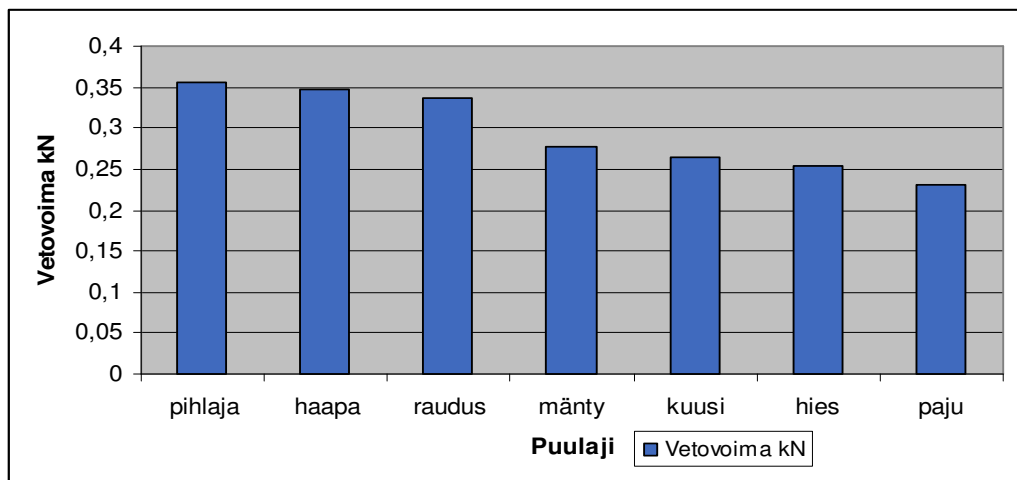
Puulaji	Vesojen määrä	Vesan pituus (cm)	Vesan läpimitta (cm)	Etäisyys jäävästä kuusentaimesta (cm)
hies	627	80	1	68
raudus	174	102	1	73
paju	113	68	1	77
mänty	109	68	1	68
haapa	95	95	1	84
pihlaja	44	79	1	84
kuusi	26	59	1	75
Yht.	1188	79	1	76

5.4 Vetovoima

Työn tarkoituksena oli selvittää, miten suuri voima tarvitaan vesan irrottamiseksi maasta juurineen. Tarvittavan voiman suuruus on selkeästi riippuvainen irrotettavan vesan puulajista, pituudesta, läpimitasta ja vesan syntytavasta.

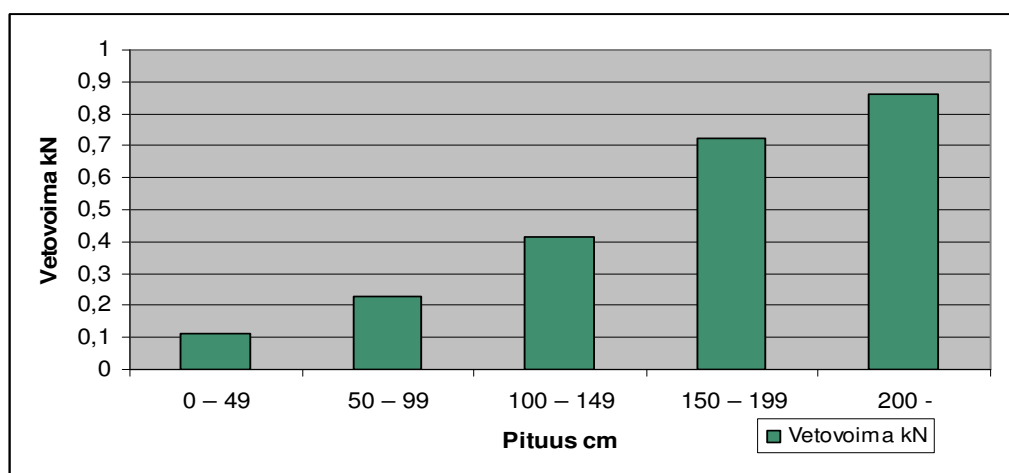
Eniten voimaa tarvittiin pihlajavesojen kitkemiseen, 0,36 kN. Lähes yhtä suuri voima tarvittiin haavan ja rauduskoivun vesojen kitkemiseksi. Männyn, kuusen

ja hieskoivun kitkemiseen voimaa tarvittiin 0,26 – 0,28 kN. Helpoimmin irtosivat pajunvesat, sillä niiden kitkemiseksi voimaa tarvittiin 0,23 kN (kuva 5).



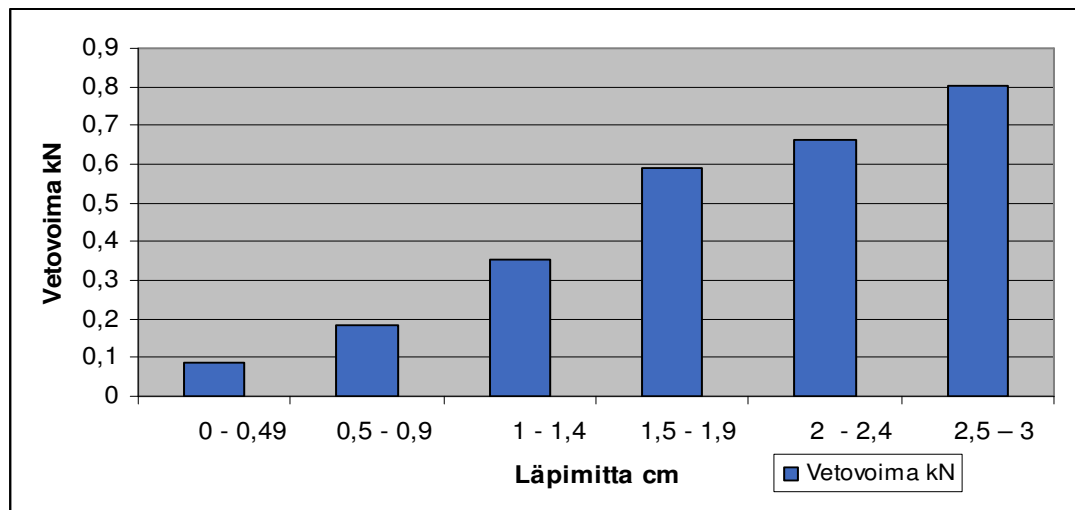
Kuva 5. Puulajin vaikutus tarvittavaan vetovoimaan.

Pituus vaikutti selvästi kitkemisessä tarvittavaan voimaan. Mitä pidempi poistettava vesa oli, sitä enemmän tarvittiin voimaa. Alle 50 cm pituisten vesojen kitkemiseen riitti 0,11 kN voima, ja yli kaksimetristen taimien kitkemisessä voimaa tarvittiin jo 0,86 kN (kuva 6).



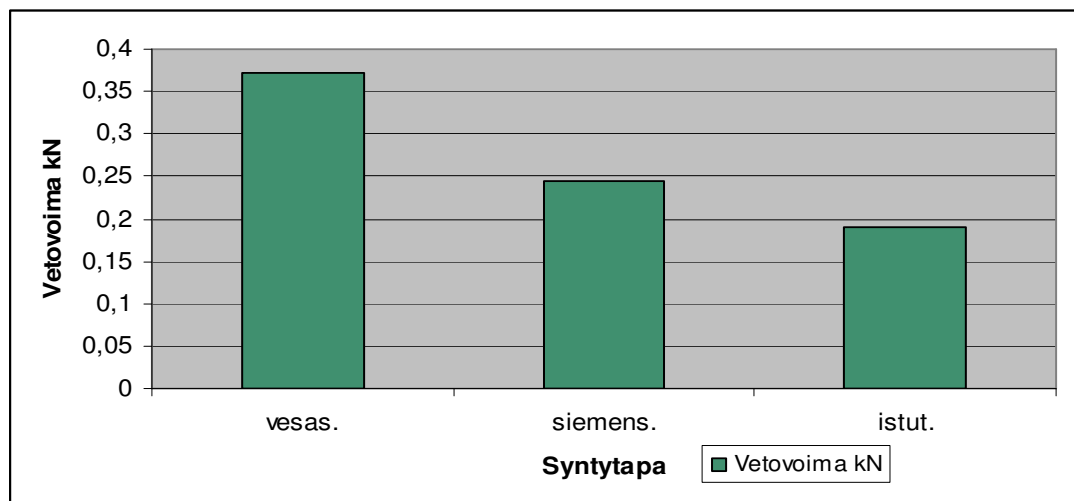
Kuva 6. Pituuden vaikutus tarvittavaan vetovoimaan.

Myös poistettavan vesan läpimitan kasvu lisäsi selvästi kitkemiseen tarvittavan voiman määrää. Läpimitaltaan alle 0,5 cm vesat irtosivat 0,09 kN voimalla, ja yli 2,5 cm läpimittaisissa vesoissa voimaa tarvittiin 0,8 kN (kuva 7).



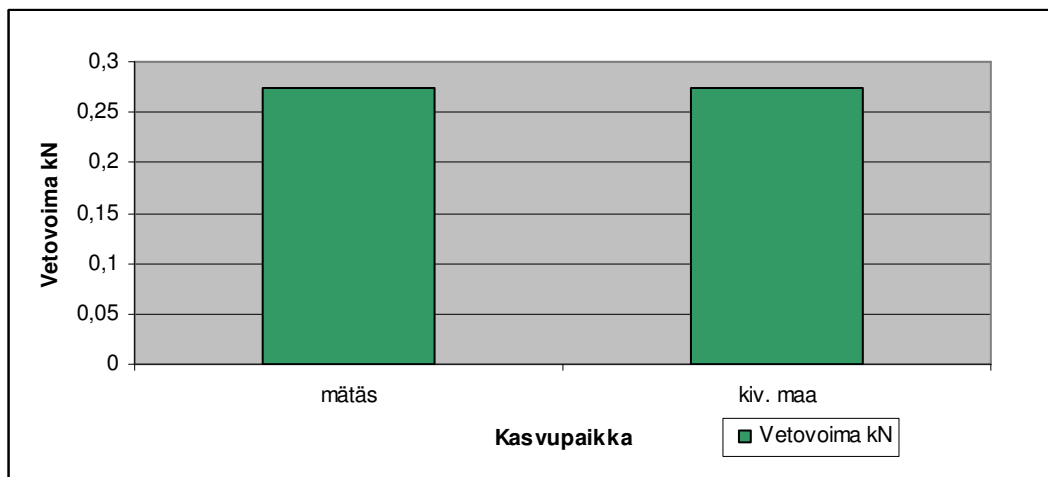
Kuva 7. Läpimitan vaikutus tarvittavaan vetovoimaan.

Taimen syntytavalla oli selvästi vaikutusta kitkemisessä tarvittuun voimaan. Siemensyntyiisten vesojen kitkemiseen tarvittiin voimaa 0,25 kN. Vesasyntyiset vesat olivat selvästi vaikeampia kitkeä. Niiden kitkemisessä voimaa tarvittiin 0,37 kN (kuva 8).



Kuva 8. Syntytavan vaikutus tarvittavaan vetovoimaan.

Vesan sijainnilla muokkausjäljessä tai sen ulkopuolella ei näyttäisi olevan merkitystä kitkemisessä tarvittavan vetovoiman suuruuteen (kuva 9). Tosin tähän tulokseen vaikuttaa se, että mättäissä kasvaneet vesat katkesivat irrotettaessa usein juurenniskan yläpuolelta, jolloin juuri jäi maahan.



Kuva 9. Vesan kasvupaikan vaikutus tarvittavaan vetovoimaan.

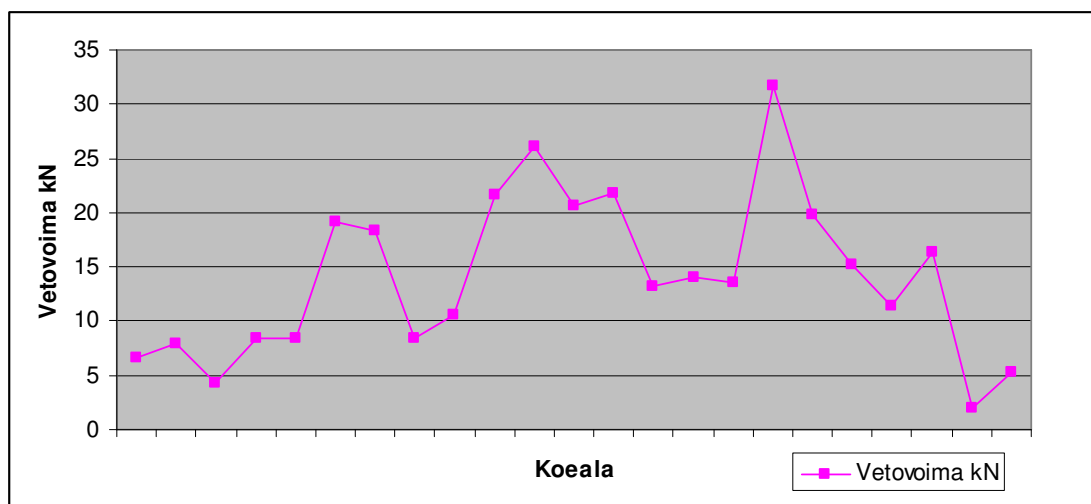
6 POHDINTA

6.1 Reikäperkaukseen tarvittava vetovoima

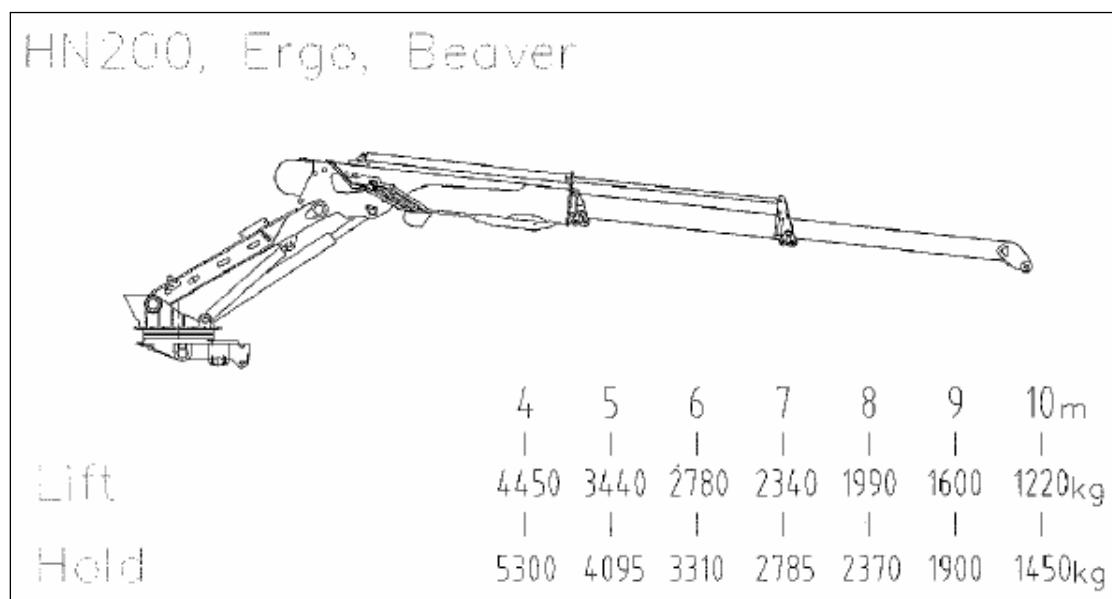
Reikäperkauksessa poistetaan kasvavan taimen ympäriltä kaikki vesat n. 1 metrin säteeltä. Mittauksien mukaan kyseisellä alueella oli enimmillään 32 poistettavaa vesaa. Yhden vesan poistoon tarvittava keskimääräinen voima oli 0,274 kN. Tällöin siis reikäperkauksen keskimääräinen maksimaalinen voimantarve yhden taimen ympäristön perkaamiseksi on $32 \cdot 0,274 \text{ kN} = 8,77 \text{ kN}$. Tosin tässä laskussa on käytetty keskimääräistä voimantarvetta vesaa kohti, joten todellisuudessa voimaa tarvitaan keskimääräistä vaikeimmilla kohteilla enemmän.

Koealojen kaikkien vesojen poistoon tarvittu yhteenlaskettu voima vaihteli 1,9 – 31,7 kN välillä keskiarvon ollessa 14,11 kN (kuva 10). Koneellisen reikäperkauksen kannalta tärkeintä on se, että kone pystyy kitkemään myös suurinta voimaa vaativat alueet. Yksi kilonewton vastaa 101,97 kilogramman painoa (Convert-wold 2008), jolloin esim. Ponssin HN200 nosturi (kuva 11) pystyisi miulottuvuudeltaan 10 metrin päästä kitkemään enintään 12 kilonewtonin voimalla. Eniten voimaa, 31,7 kN/ 3232 kg, vaatineen koealan kitkemiseksi koneen pitäisi olla noin viiden metrin päässä kitkettävästä kohteesta. Kyseisellä kohteella oli poistettavia vesoja yhteensä 79, joista haapoja, pihlajia ja rauduskoivuja oli

lähes 80 %. Nosturin voima siis riittäisi kitkemiseen, kunhan kone viedään riittävän lähelle. Tärkeintä asiassa onkin kuljettajan ohjeistus, jotta hän osaa tarvittaessa siirtää koneen riittävän lähelle. Jos poistettavia vesoja on yli 50, ja niistä suurin osa on haapaa, pihlajaa ja rauduskoivua, on kone syytä viedä parin metrin päähän kitkemiskohdasta. Myös kokemuksen kautta kuljettaja oppii, milloin konetta on syytä siirtää lähemmäksi kitkettävää kohtaa.



Kuva 10. Vesojen kitkemiseen tarvittu vetovoima yhteensä koealoittain.



Kuva 11. Ponssen HN200-nosturin maksiminostovoimat eri etäisyyksillä (Kelppe 2007).

Mittauksissa huomattiin, että vesasyntyiset, varsinkaan pihlajaryhmät eivät irtoa juurineen. Vesat saattavat katketa juurenniskasta, mutta juuret jäävät paikalleen. Kaikista tiukimmassa ovat mättään kupeessa olevat vesat. Niiden juuret ulottuvat monesti mättään alle. Mittaustulokset eivät siis näiltä osin vastaa todellisuutta, sillä tarkoituksenahan olisi saada vesa juurineen irti maasta.

6.2 Seuraukset jääville taimille

Mittausten yhteydessä ei huomattu vesojen kitkemisen aiheuttavan vaurioita kuusen taimille. Muutamat kuusentaimet löystyivät hieman kasvualustastaan, mutta yksikään taimi ei irronnut kokonaan. Kuusentaimien juuristolle mahdollisesti aiheutuneita vaurioita ei tässä tutkimuksessa selvitetty.

Kitkevän reikäperkauskoneella saavutetaan parempi lopputulos laadullisesti kuin raivaussahalla tehdyllä perkauksella. Tämä johtuu siitä, että koneellisessa perkauksen jälkeen kantovesomista ei pääse tapahtumaan. Koneellisella perkauksella tuottavuus nousee raivaussahatyöhön verrattuna noin nelinkertaiseksi (liite 2).

6.3 Kitkevän perkauskoneen jatkokehitys

Kitkevän perkauskoneen toimivuuden kannalta on tärkeää, että koneen nosturin voima riittää kitkemiseen. Perkauskonetta ei siis kannata kiinnittää nostotehoiltaan heikoimpiin koneisiin, sillä tällöin konetta joudutaan siirtämään taimikossa paljon. Tehokkaammalla nosturilla kitkeminen onnistuu kauempaa, jolloin ajon määrä taimikossa jää pieneksi, ja samalla vältetään vahingoittamasta jääviä taimia.

Kitkevän perkauskoneen tarvitsema voima riippuu myös siitä, millaista vesojen irrotustekniikkaa kitkemisessä käytetään. Jos perkauskone nostetaan suoraa ylöspäin, tarvitaan voimaa paljon. Jos perkauskonetta ensin vedetään hakkuukonetta kohti, voimantarve vähenee, mutta jäävä kuusentaimi on alttiimpi vaurioille.

Kitkevän perkauskoneen kuljettajilta tulee kerätä aktiivisesti palautetta niin kohteiden valinnasta, mahdollisesti eteen tulleista ongelmista ja kaikesta muusta koneen käyttöön liittyvästä. Näistä palautteista saadaan arvokasta tietoa, josta on apua sekä koneen kehittämisessä että koneelliseen kitkentään sopivien kohteiden valinnassa. Myös työjälkeä pitää seurata, ja tämän perusteella antaa palautetta kuljettajille.

Tärkeintä on kuitenkin se, että koneellisesti peratun taimikon jatkokehitys onnistuu. Koneellisesti perattuja taimikoita on seurattava tiiviisti, jotta kitkevän perkauskoneen aiheuttamiin mahdollisesti ilmeneviin ongelmiin voidaan puuttua ajoissa.

LÄHTEET

Painetut lähteet

Harstela, Pertti 2003. Taimikonhoidon vaikutus kuusen laatuun ja tuottoon. Metsätieteen aikakauskirja 2/20003.

Hynynen, Jari, Valkonen, Sauli & Rantala Satu (toim.) 2005. Tuottava metsänkasvatus. Metsäkustannus Oy.

Hyvän metsänhoidon suositukset 2006. Metsätalouden kehittämiskeskus Tapio.

Kaila, Simo 2005. Käykö taimikon perkaus koneella? Metsätehon katsaus 1/2005.

Schildt, Jyri 2007. Taimikonhoidon kenttätyöohje.

Väisänen, Pentti 2007. UPM Metsän tiedotuslehti 5/2007.

Sähköiset lähteet

Convertworld 2008. Paino, kilonewton. [WWW-sivu]. [Viitattu 29.3.2008] Saatavissa: <http://www.convertworld.com/fi/paino/Kilonewton.html>

Farmit 2005. Tilaa ja valoa kuuselle. [WWW-sivu] [Viitattu 9.12.2007] Saatavissa: http://www.farmit.net/farmit/fi/04_metsa/01_farmituutiset/981_Metsalehdenjuttu.jsp

Farmit 2007. Perkaus. [WWW-sivu]. [Viitattu 9.12.2007] Saatavissa: http://www.farmit.net/farmit/fi/04_metsa/03_metsanhoito/02_taimikon_hoito/index.jsp

Itä-Suomen Metsätoimistot 2006. Taimikonhoito ja nuoren metsän hoito.

[WWW-sivu]. [Viitattu 9.12.2007] Saatavissa:

http://www.itasuomenmetsatoimistot.fi/palvelut_taimikko.htm

Kaila, Simo 2004. Metsäteho. Metsänhoitotöiden koneellistamisedellytykset.

[WWW-sivu]. [Viitattu 9.12.2007] Saatavissa:

<http://www.metsateho.fi/uploads/uve84.pdf>

Jouhiainen, Aki & Tantt, Vesa 2005. Huomisen taimikonhoito- tämän päivän teknologinen haaste. TTS Metsätalousnumero 1/2005.

Kelppe, Jouko 2007. Sähköpostiviesti 21.12.2007. Tekninen asiantuntija. Ponsse Oy.

Koivusalo, Juha-Pekka 2007. Rauduskoivu. [WWW-dokumentti]. [Viitattu

9.12.2007]. Saatavissa:

<http://www.mm.helsinki.fi/mmeko/ARBORETUM/raudusk/raudusk.htm#9>.

Korpela, Ilkka 1996. Metsäalueen inventointi. [WWW-dokumentti]. [Viitattu

9.5.2008]. Saatavissa:

http://www.mm.helsinki.fi/users/korpela/marv1/Moniste1996/Suunn_ ja_ systemaattinen/Metsatalouden_suunnittelu_inventointi.html

Kuru, Kari 2008. Sähköpostiviesti 3.4.2008. Laatupäällikkö. UPM Metsä.

Metsäkeskus 2007. Taimikon perkaus ja harvennus. [WWW-sivu]. [Viitattu

9.12.2007] Saatavissa:

http://www.metsakeskus.fi/web/fin/metsaneuvoja/hoidan_metsaani/taimikon_perkaus_ ja_ harvennus/etusivu.htm

LIITE 1. Koealojen keskimääräiset tulokset

JNS

**Palsta
12436**

**Kuvio
43**

**Metsätyyppi
MT**

**Koealan koko
3,99 m**

KOEALA 1

Vesoja yht.
38

Jääviä
vesoja
17

Poistettuja
vesoja
21

Poistetut ve-
sat

Siemens.
15

Vesas.
6

Mätäs
9

Kiv.maa
12

Pit. (cm)
95,5

Lpm
(cm)
0,8

Etäisyys
(cm)
73,5

Voima
(kN)
6,57

KOEALA 2

Vesoja yht.
62

Jääviä
vesoja
42

Poistettuja
vesoja
20

Poistetut ve-
sat

Siemens.
19

Vesas.
1

Mätäs
6

Kiv.maa
14

Pit. (cm)
67,5

Lpm
(cm)
1,1

Etäisyys
(cm)
87,8

Voima
(kN)
7,9

KOEALA 3

Vesoja yht.
34

Jääviä
vesoja
19

Poistettuja
vesoja
15

Poistetut ve-
sat

Siemens.
14

Vesas.
1

Mätäs
8

Kiv.maa
7

Pit. (cm)
65,8

Lpm
(cm)
0,8

Etäisyys
(cm)
58,5

Voima
(kN)
4,3

KOEALA 4

Vesoja yht.
61

Jääviä
vesoja
33

Poistettuja
vesoja
28

Poistetut ve-
sat

Siemens.
26

Vesas.
2

Mätäs
11

Kiv.maa
17

Pit. (cm)
93,5

Lpm
(cm)
0,9

Etäisyys
(cm)
73,5

Voima
(kN)
8,5

KOEALA 5							
Vesoja yht. 53	Jääviä vesoja 21	Poistettuja vesoja 32					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 31	Vesas. 1	Mätäs 17	Kiv.maa 15	Pit. (cm) 81,9	Lpm (cm) 0,9	Etäisyys (cm) 72,2	Voima (kN) 8,4

KOEALA 6							
Vesoja yht. 175	Jääviä vesoja 54	Poistettuja vesoja 121					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 118	Vesas. 3	Mätäs 32	Kiv.maa 89	Pit. (cm) 78,0	Lpm (cm) 0,8	Etäisyys (cm) 86,2	Voima (kN) 19,2

KOEALA 7							
Vesoja yht. 169	Jääviä vesoja 73	Poistettuja vesoja 96					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 89	Vesas. 7	Mätäs 46	Kiv.maa 50	Pit. (cm) 72,1	Lpm (cm) 0,8	Etäisyys (cm) 64,7	Voima (kN) 18,3

Palsta 12436	Kuvio 41	Metsätyyppi MT	Koealan koko 3,99 m
-------------------------------	---------------------------	---------------------------------	--

KOEALA 1							
Vesoja yht. 51	Jääviä vesoja 0	Poistettuja vesoja 51					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 47	Vesas. 3	Mätäs 18	Kiv.maa 33	Pit. (cm) 94,5	Lpm (cm) 0,8	Etäisyys (cm) 68,6	Voima (kN) 8,5

KOEALA 2							
Vesoja yht. 72	Jääviä vesoja 22	Poistettuja vesoja 50					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 42	Vesas. 8	Mätäs 15	Kiv.maa 35	Pit. (cm) 78,8	Lpm (cm) 0,8	Etäisyys (cm) 75,2	Voima (kN) 10,5

KOEALA 3							
Vesoja yht. 106	Jääviä vesoja 26	Poistettuja vesoja 80					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 68	Vesas. 13	Mätäs 27	Kiv.maa 53	Pit. (cm) 89,9	Lpm (cm) 0,9	Etäisyys (cm) 68,7	Voima (kN) 21,6

KOEALA 4							
Vesoja yht. 157	Jääviä vesoja 62	Poistettuja vesoja 95					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 91	Vesas. 4	Mätäs 42	Kiv.maa 53	Pit. (cm) 66,3	Lpm (cm) 0,8	Etäisyys (cm) 75,0	Voima (kN) 26,1

KOEALA 5							
Vesoja yht. 143	Jääviä vesoja 65	Poistettuja vesoja 78					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 76	Vesas. 2	Mätäs 26	Kiv.maa 53	Pit. (cm) 69,2	Lpm (cm) 0,8	Etäisyys (cm) 61,4	Voima (kN) 20,6

KOEALA 6							
Vesoja yht. 67	Jääviä vesoja 12	Poistettuja vesoja 55					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 54	Vesas. 1	Mätäs 8	Kiv.maa 47	Pit. (cm) 86,4	Lpm (cm) 1,1	Etäisyys (cm) 74,3	Voima (kN) 21,9

KOEALA 7							
Vesoja yht. 72	Jääviä vesoja 25	Poistettuja vesoja 47					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 46	Vesas. 1	Mätäs 33	Kiv.maa 14	Pit. (cm) 76,1	Lpm (cm) 0,9	Etäisyys (cm) 47,4	Voima (kN) 13,2

Palsta 12436	Kuvio 38	Metsätyyppi MT	Koealan koko 3,99 m
-------------------------------	---------------------------	---------------------------------	--

KOEALA 1							
Vesoja yht. 73	Jääviä vesoja 16	Poistettuja vesoja 57					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 56	Vesas. 1	Mätäs 18	Kiv.maa 39	Pit. (cm) 73,9	Lpm (cm) 0,9	Etäisyys (cm) 64,2	Voima (kN) 14,1

KOEALA 2							
Vesoja yht. 41	Jääviä vesoja 0	Poistettuja vesoja 41					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 37	Vesas. 4	Mätäs 10	Kiv.maa 31	Pit. (cm) 77,2	Lpm (cm) 1,0	Etäisyys (cm) 80,6	Voima (kN) 13,5

LPR**Palsta
15241****Kuvio
140.0****Metsätyyppi
MT****Koealan
koko
3,99 m****KOEALA 1**

Vesoja yht.
139

Jääviä
vesoja
60

Poistettuja
vesoja
79

Poistetut ve-
sat

Siemens. 11	Vesas. 68	Mätäs 4	Kiv.maa 75	Pit. (cm) 92,9	Lpm (cm) 1,2	Etäisyys (cm) 86,0	Voima (kN) 31,7
----------------	--------------	------------	---------------	-------------------	--------------------	--------------------------	-----------------------

KOEALA 2

Vesoja yht.
71

Jääviä
vesoja
14

Poistettuja
vesoja
57

Poistetut ve-
sat

Siemens. 14	Vesas. 43	Mätäs 3	Kiv.maa 54	Pit. (cm) 86,9	Lpm (cm) 1,0	Etäisyys (cm) 75,2	Voima (kN) 19,8
----------------	--------------	------------	---------------	-------------------	--------------------	--------------------------	-----------------------

KOEALA 3

Vesoja yht.
41

Jääviä
vesoja
5

Poistettuja
vesoja
36

Poistetut ve-
sat

Siemens. 17	Vesas. 18	Mätäs 4	Kiv.maa 31	Pit. (cm) 118,6	Lpm (cm) 1,2	Etäisyys (cm) 72,1	Voima (kN) 15,2
----------------	--------------	------------	---------------	--------------------	--------------------	--------------------------	-----------------------

KOEALA 4

Vesoja yht.
31

Jääviä
vesoja
6

Poistettuja
vesoja
25

Poistetut ve-
sat

Siemens. 10	Vesas. 15	Mätäs 7	Kiv.maa 18	Pit. (cm) 93,6	Lpm (cm) 1,4	Etäisyys (cm) 53,8	Voima (kN) 11,4
----------------	--------------	------------	---------------	-------------------	--------------------	--------------------------	-----------------------

KOEALA 5							
Vesoja yht. 98	Jääviä vesoja 18	Poistettuja vesoja 80					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 21	Vesas. 59	Mätäs 9	Kiv.maa 71	Pit. (cm) 80,9	Lpm (cm) 1,0	Etäisyys (cm) 60,7	Voima (kN) 16,4

KOEALA 6							
Vesoja yht. 15	Jääviä vesoja 6	Poistettuja vesoja 9					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 5	Vesas. 5	Mätäs 0	Kiv.maa 9	Pit. (cm) 70,4	Lpm (cm) 1,1	Etäisyys (cm) 70,0	Voima (kN) 1,9

KOEALA 7							
Vesoja yht. 15	Jääviä vesoja 0	Poistettuja vesoja 15					
Poistetut ve- sat							
Siemens. 9	Vesas. 6	Mätäs 0	Kiv.maa 15	Pit. (cm) 93,7	Lpm (cm) 1,2	Etäisyys (cm) 85,8	Voima (kN) 5,3

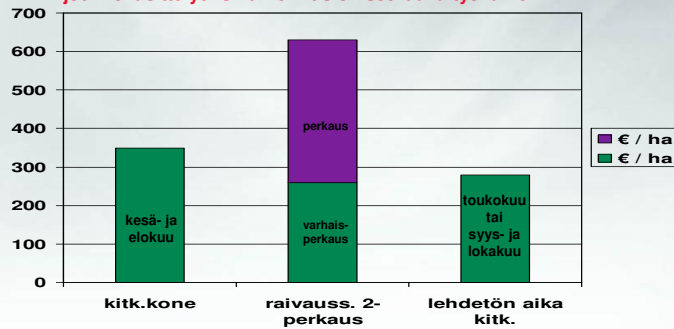
LIITE 2. Koneellisen perkauksen ja raivaussahatyön vertailu (Kuru 2008)

Tutkimus (Metla) kitkentämenetelmän tuottavuudesta verrattuna keskimääräiseen metsuriin v. 2007



Kustannus hehtaaria kohti:

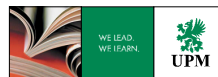
- raivaussahatyön kustannus on lähes kaksinkertainen koska työ uusitaan kasvaneessa taimikossa.
- kustannusero syntyy pääosin koska kitkennän jälkeen joukkokäsittelyensiharvennus on seuraava työvaihe.



UPM

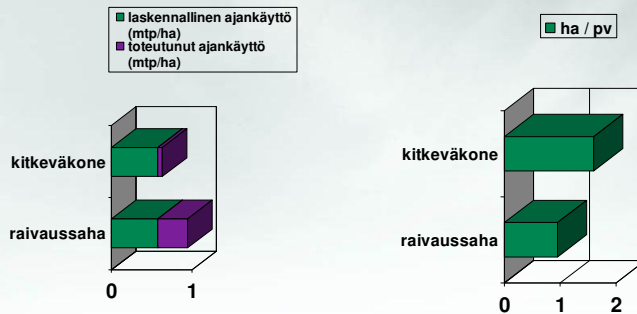
2

Tutkimus (Metla) kitkentämenetelmän tuottavuudesta verrattuna keskimääräiseen metsuriin v. 2007



Kitkentä verrattuna raivaussahalla tehtyyn varhaisperkaukseen:

- raivaussahatyön ajankäyttö on lähes kaksinkertainen kitkevään koneeseen verrattuna (lähde: laatumittaajien tuottavuusmittaukset 2007, suhde sama myös Silvestran laskutuksessa).



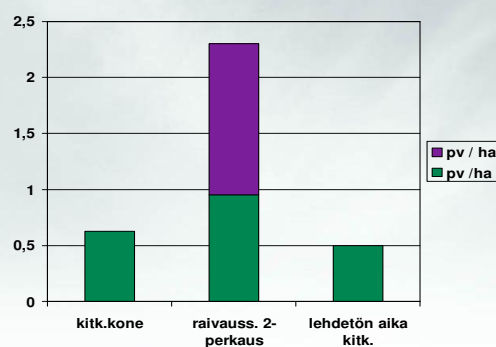
UPM

1

Tutkimus (Metla) kitkentämenetelmän tuottavuudesta verrattuna keskimääräiseen metsuriin v. 2007



miestyötarve / ha kuusen kasvatuksessa koneenkuljettaja / raivaussahamies



UPM

3